



Universidade de Brasília

Instituto de Relações Internacionais

Programa de Pós-Graduação em Relações Internacionais

XIX Curso de Especialização em Relações Internacionais

**Quarta Revolução Industrial:
Tecnologia Blockchain e as Cadeias Globais de Valor**

Luiz Augusto Pinto Rocha

**Artigo apresentado como requisito parcial para obtenção do título de
Especialista em Relações Internacionais pela Universidade de Brasília**

Orientador: Prof. Dr. Roberto Goulart Menezes

Brasília

2018

Resumo

Este artigo busca mostrar como e quando a tecnologia *Blockchain*, que se propõe a ser uma plataforma de interligação entre as diferentes tecnologias emergentes da quarta revolução industrial, pode impactar as cadeias globais de valor. Esses impactos provocariam uma nova revolução na gestão e coordenação das relações entre os diferentes atores envolvidos nas CGV, incluindo o setor privado e o setor público e traria uma nova dinâmica para as relações internacionais. Porém, o foco maior dessa análise recaiu sobre as relações econômicas entre os atores do setor privado. Passando pelos conceitos de acumulação flexível, de David Harvey, da destruição criadora e das ondas de Schumpeter faz-se uma relação entre as CGV e as novas tecnologias da indústria 4.0. A tecnologia *Blockchain* não é uma panaceia para todos os problemas, mas em sua plenitude traria inúmeros benefícios para o comércio nas CGV. E a questão passa a ser não mais “se” a tecnologia vai impactar as CGV, mas “quando” isso irá ocorrer.

Palavras chave

Quarta Revolução Industrial; Blockchain; Cadeias Globais de Valor e Acumulação Flexível

Introdução

Na era da quarta revolução industrial quase todas as possibilidades de arranjos produtivos, comércio de bens e serviços tornaram-se viáveis, visto os avanços tecnológicos tanto nas telecomunicações quanto nos transportes, e mais profundamente nos processos produtivos. Atualmente, o capital, o trabalho e a produção podem mudar para onde quer que seja, para conectar de maneira eficiente a oferta e a demanda.

Segundo Khanna (2016), as cadeias de suprimentos ou cadeias globais de valor (CGV) são um ecossistema completo de produtores, distribuidores e fornecedores, que transformam matérias-primas (sejam recursos naturais ou novas ideias) em bens e serviços, que serão entregues para pessoas em qualquer lugar do mundo. Atualmente a Internet é a nova infraestrutura de suporte para as cadeias globais de valor e assim como acontece com as notícias e informações que estão disponíveis na internet, você pode até tentar interromper as cadeias de suprimentos, mas certamente elas encontrarão caminhos alternativos para cumprir seus objetivos de conectar eficientemente a oferta e a demanda, como se tivessem vida própria.

Este artigo busca mostrar como e quando a tecnologia *Blockchain*, que se propõe a ser uma plataforma de interligação entre as diferentes tecnologias emergentes da quarta revolução industrial, pode impactar as cadeias globais de valor. Esses impactos provocariam uma nova revolução na gestão e coordenação das relações entre os diferentes atores envolvidos nas CGV, incluindo o setor privado e o setor público, podendo impactar também as relações internacionais políticas e econômicas. Porém, o foco maior dessa análise recairá sobre as relações econômicas entre os atores do setor privado.

Na década de 1950, a invenção do contêiner de transporte "fez o mundo ficar pequeno", simplesmente padronizando o tamanho de uma caixa que facilitou e acelerou o comércio mundial. Em 1989 nasceu a World Wide Web, no mesmo ano em que o Muro de Berlim caiu, e esses fatos podem ter estabelecido um marco de transição entre o mundo westfaliano, do Estado moderno e da territorialidade, para o mundo das cadeias globais de valor, sem

fronteiras, ou seja, onde a demanda e a oferta estão dispersas pelo mundo e os processos produtivos e suas relações não estão restritos a um único território. Considerando que a delimitação dos territórios fez o mundo parecer organizado, mas as cadeias globais de valor estariam movimentando as engrenagens econômicas e fazendo o mundo funcionar, então facilitar o caminho para essas estruturas traria enormes benefícios para a economia mundial.

Segundo a empresa DHL, que presta consultoria para diversas agências aduaneiras no mundo, estima-se que a adoção de documentação eletrônica, apenas na indústria de cargas aéreas, poderia economizar cerca de US\$ 12 bilhões por ano, além de evitar atrasos no frete aéreo, relativos à quantidade e à complexidade dos documentos envolvidos no processo. De acordo com o vice-presidente de Soluções Blockchain da IBM, Ramesh Gopinath, nas transações de frete utilizadas pelas cadeias de suprimento, a maneira tradicional para movimentar fisicamente a grande quantidade de documentos em papel é muito vulnerável às fraudes, erros humanos e atrasos inadvertidos. Além disso, os custos administrativos desse processamento, da verificação e garantia da documentação são muito altos. Quando se reduz a burocracia nas fronteiras, ganha-se agilidade nos negócios e se reduz os custos envolvidos no transporte. Além de diminuir a necessidade de grandes estoques, também há uma redução dos custos de manutenção dos mesmos. No mundo das cadeias globais de valor, a ineficiência é sinônima de custos e, portanto, é a inimiga a ser combatida.

Como as cadeias globais de valor dependem da interligação de diversos atores, que atualmente podem estar separados por grandes distâncias e que, nem sempre, possuem uma relação de confiança entre si, faz-se necessário o compartilhamento de dados precisos e em tempo real para que todos os envolvidos possam acompanhar o andamento das negociações, em todas as fases do processo (KHANNA, 2016).

No ambiente em que o volume de transações cresce mais que a economia dos mercados, cada vez mais faz-se necessário o controle e transparência dos processos, sem abrir mão das questões de segurança e

confiabilidade. Nesse contexto surge a tecnologia *Blockchain* como alternativa para, novamente, acelerar os fluxos de comércio internacional. Essa tecnologia possibilita essas relações de confiança, sem a necessidade de inúmeros intermediários, reduzindo custos e proporcionando mais transparência e a rastreabilidade das transações. De acordo com especialistas da empresa de tecnologia IBM e do Fórum Econômico Mundial (WEF), essa nova tecnologia teria o que é necessário para facilitar o fluxo das transações transfronteiriças, incluindo o processo de tratamento e aprovação de documentos. (CAMERINELLI, 2016)

Hoje, as empresas em todo o mundo estão passando por grandes mudanças de TI e a tecnologia *Blockchain*, sendo uma delas, teria o potencial para remodelar o sistema de comércio de bens e serviços atual. Em primeiro lugar, a palavra *Blockchain* descreve um livro caixa distribuído ponto a ponto (peer-to-peer), se configurando como um enorme banco de dados público e descentralizado, composto por diversos nós que significam os relacionamentos entre os atores envolvidos nas negociações. A união desses nós formariam os blocos, que por sua vez, formariam uma cadeia. Essa cadeia de blocos interligaria tanto as relações hierarquizadas de um processo produtivo com diferentes níveis de fornecedores, quanto as relações distribuídas de maneira horizontal, como projeto, produção, logística, marketing, venda e serviços de pós-venda. Essa tecnologia, como pura inovação de TI, precisa ser estudada e abraçada pelo mundo dos negócios, uma vez que ela não se relaciona apenas com o mundo da TI, mas é uma tecnologia multidisciplinar com potencial para ser implementada em vários campos. (MORABITO, 2017)

O artigo está baseado numa revisão bibliográfica sobre as cadeias globais de valor e sobre a inovação tecnológica *Blockchain*, e foi estruturado em quatro partes, iniciando por esta introdução ao assunto. A segunda parte trata da evolução das cadeias globais de valor considerando o processo de globalização e os novos padrões de comércio internacional. Mostra a evolução da importância dos serviços nas transações e da redução dos custos como ganhos de eficiência, para se tornar cada vez mais competitivo no mercado mundial. A terceira parte vai detalhar a tecnologia *Blockchain*, explicando seus

conceitos, como ela deve evoluir, fazendo um paralelo com a tecnologia TCP/IP, que permitiu a evolução da internet. Detalha também como a tecnologia *Blockchain* poderá ser aplicada no mundo dos negócios, vinculando suas aplicações com as tarefas pertinentes às cadeias globais de valor. A quarta e última parte será destinada às conclusões do artigo, resumindo as aplicações da nova tecnologia e seus possíveis impactos na economia.

O processo de globalização e as cadeias globais de valor

Segundo Cintra (2014), a estrutura econômica global está chegando ao limite do modelo de comércio, via exportação de mão-de-obra para países de menores custos trabalhistas, ou seja, apenas mudando de endereço (país ou continente) suas unidades fabris para produzir mais barato devido aos menores custos desta mão-de-obra. As inovações e a introdução de novas tecnologias, tanto em transporte e comunicação quanto na produção e seus processos, juntamente com um contexto de liberalização comercial e integração de mercado, abrem espaço para o desenvolvimento de sistemas produtivos mais integrados em termos globais.

A complexidade do comércio internacional contemporâneo está ligada à evolução histórica da organização produtiva. A introdução ao conceito do que hoje entendemos como cadeias globais de valor foi alvo de estudo de diversos autores. Segundo Wallerstein (1979), no desenvolvimento da Teoria do Sistema-Mundo, era inerente ao sistema capitalista a tendência de as cadeias de mercadorias atravessarem fronteiras. Com uma teoria pós-marxista das relações internacionais, concentrou-se no estudo do sistema social e suas interrelações com o avanço do capitalismo mundial atuando como forças determinantes entre os diferentes países. A partir do conceito de divisão internacional do trabalho, produzida pela estrutura capitalista, elaborou sua obra, enunciando que o componente central dessa estrutura internacional resultava na divisão do mundo em três níveis hierárquicos: centro, periferia e semiperiferia. Nessa divisão, os países ocupam uma função na ordem produtiva capitalista, sendo que os países centrais se ocupam da produção de alto valor

agregado, os periféricos fabricam bens de baixo valor e fornecem *commodities* e matérias-primas para a produção de alto valor dos países centrais e, por fim, os países da semiperiferia, ora comportam-se como centro para a periferia, ora como periferia para os Estados centrais, tendo um papel intermediário. Esse padrão de troca desigual cria uma relação de dependência entre os países periféricos e os do centro, acentuando a diferença econômica e fazendo com que esses Estados periféricos se tornem dependentes dos países centrais. Essa hierarquização dos países nos remete à ideia da cadeia alimentar, na biologia, onde os organismos estabelecem uma relação de alimentação em um ecossistema. No nosso caso os países seriam os organismos e o ecossistema seria o mundo, e assim como numa cadeia alimentar, nenhum organismo ou país quer permanecer na base dessa estrutura, buscando ascender aos níveis mais altos, sejam eles intermediários ou mesmo o topo da cadeia.

Outro autor que introduziu este assunto foi David Harvey com o conceito de acumulação flexível. Também conhecido como pós-fordismo (KUMAR, 1997) o conceito é utilizado para definir um modelo de gestão produtiva que se diferencia do fordismo, especialmente no que se refere a organização do trabalho e da produção. Uma característica do fordismo era a produção em massa e o modelo pós-fordista fundamenta-se na ideia de flexibilidade. De forma mais ampla, o conceito é utilizado para designar não apenas um novo modelo de gestão produtiva, mas também o período de mudanças do capitalismo que foi acompanhado pela ascensão de novas configurações da organização industrial e da vida social e política. Estas transformações teriam origem na crise estrutural do fordismo, desencadeada no início dos anos 1970 (KUMAR, 1997) e (HARVEY, 1998).

Segundo Harvey (1998), no regime de acumulação flexível ocorreu a substituição de um modelo de produção e acumulação calcado na rigidez produtiva, por um regime fundamentado em uma maior flexibilidade dos processos, produtos, padrões de consumo, mercados e da organização do trabalho. O resultado foi a emergência de novos setores de produção, novas modalidades de serviços financeiros, novos mercados e, em especial, a ascensão de altas taxas de inovação comercial, tecnológica e organizacional,

com intuito de garantir que o sistema produtivo seja capaz de operar dentro de contextos que exigem rápidas mudanças, adaptando-se continuamente às variações da demanda. À medida que a implantação deste sistema foi se ampliando no mundo do mercado industrial, mais notória foi a desregulamentação das condições e dos direitos trabalhistas. Ao contrário do fordismo, em que um trabalhador realizava somente uma única função, agora um mesmo trabalhador era responsável por diversas funções, executando-as conforme as necessidades da empresa. Em virtude desta mudança, o mercado de trabalho assistiu a um período de reestruturação que contou com fatores como: a emergência da flexibilidade nos contratos de trabalho, o surgimento da figura do trabalhador temporário, a subcontratação, a terceirização, a precarização da mão-de-obra e o desemprego estrutural. No que se refere à organização industrial, foi introduzida a obsolescência planejada dos produtos, dada a intensidade das inovações colocadas no mercado, intensificou-se o uso de novas tecnologias de automação e ocorreu uma dispersão espacial das fábricas pelo globo, ocasionado uma descentralização da produção (HARVEY, 1998). Esse modelo de organização de processos produtivos, com a divisão do trabalho e a terceirização de algumas tarefas, além da dispersão da produção em diversos territórios, na busca de ganhos de eficiência e redução dos custos de produção, deu origem ao que chamamos hoje de cadeias globais de valor.

Existem inúmeras definições para cadeias globais de valor. Neste artigo consideraremos que o termo descreve as atividades necessárias para levar um produto ou serviço desde a sua concepção, passando pelas diferentes fases de produção (envolvendo uma combinação de transformação física e vários serviços de produção), até a entrega aos consumidores finais e os serviços de pós-venda (GEREFFI *et al*, 2001).

A qualificação do processo como cadeia de valor advém do fato da produção se dar em estágios que adicionam valor (bens ou serviços) aos produtos. Em cada estágio, o produtor adquire seus insumos e emprega novos fatores de produção.

Segundo relatório da OCDE (2013), as atividades em uma cadeia de valor podem ser realizadas por uma única empresa ou divididas entre várias

empresas (fornecedoras). Eles cobrem bens e serviços e podem ser concentrados em um local ou espalhados por diferentes locais. O termo "cadeias globais de valor" foi criado para refletir uma forte tendência à dispersão das atividades da cadeia de valor em todo o mundo. A integração funcional dessas atividades, ou dos diversos fragmentos dispersos pelo mundo seria uma característica chave do conceito.

No campo acadêmico das Relações Internacionais, considera-se que o debate sobre globalização tenha emergido das discussões teóricas sobre interdependência. O debate acerca da interdependência desenvolveu-se principalmente ao longo da década de 1970 e a literatura sobre globalização floresceu durante a década de 1990, possuindo alguns aspectos em comum.

Segundo Gereffi et al (2001), a globalização tornou-se um *slogan* para a economia internacional no final do século XX. Ficando evidente que as nações se tornaram mais interdependentes através dos fluxos de bens, serviços e capital financeiro desde a década de 1970. A importância crescente da industrialização orientada para a exportação fez com que a integração na economia virtualmente fosse sinônimo de desenvolvimento para várias nações. Mais recentemente, a projeção dos sistemas nacionais de produção através das fronteiras, por meio do investimento direto e da subcontratação internacional, aprofundou a interdependência e a integração funcional da economia mundial.

Segundo Oliveira (2015), estaria embutido no conceito de globalização o processo de “desterritorialização”, relacionado ao fato de que as relações sociais, políticas e econômicas estariam cada vez mais espalhadas pelo mundo, ou seja, não estariam mais organizadas somente pela lógica territorial. Este conceito de desterritorialização seria importante para compreender fenômenos como a dispersão da produção e a proliferação das cadeias globais de valor.

Segundo relatório da OCDE (2013), as empresas dividem cada vez mais seus processos produtivos e localizam as atividades produtivas em muitos países. As cadeias de valor globais resultantes deste processo estão mudando drasticamente a natureza da globalização econômica. A redução das barreiras comerciais e o aumento de investimentos, a redução dos custos de transporte e os avanços nas tecnologias de informação e comunicação facilitaram a

fragmentação da produção de bens e serviços e a descentralização de certas atividades e tarefas para outros países. Ainda pelo relatório da OCDE (2013), evidências recentes documentam o rápido surgimento de novas CGV, a participação e o reposicionamento de países e o papel desempenhado por grandes e pequenas empresas neste processo. E para capturar plenamente os benefícios dessas cadeias e minimizar os custos de ajustes potenciais, as CGV precisam de uma revisão das políticas governamentais sobre a globalização econômica.

Atrelada à evolução das cadeias globais de valor surge a noção de “comércio internacional de tarefas”, ou seja, cada fase do processo de agregação de valor a um bem ao longo de sua cadeia produtiva pode ser vista como uma tarefa com potencial para ser transacionada, com o objetivo de minimizar custos produtivos e de transação, atingindo ganhos em competitividade. Dessa forma, criam-se novos conceitos como o de comércio em tarefas (*trade in tasks*) no lugar do antigo comércio de bens (*trade in goods*) (THORSTENSEN et al, 2014).

Segundo Pereira (2014), inicialmente o termo globalização era identificado como a internacionalização dos mercados (vendas de produtos acabados) e atualmente a “nova globalização” desmembra o processo produtivo, fragmentando-o também em tarefas. A primeira forma de globalização era mais compatível com as regras da Organização Mundial do Comércio (OMC), porém na “nova globalização”, com foco nas tarefas, a uniformidade de regras é essencial para a integração produtiva, explicando grande parte da proliferação dos acordos bilaterais em substituição aos acordos multilaterais da OMC.

Dessa forma, não é possível dissociar a compreensão do surgimento das cadeias globais de valor do fenômeno da globalização econômica, pois ambos os processos caminharam juntos, possuindo propulsores gerais em comum: novas tecnologias de informação e comunicação; redução nos custos de transporte; liberalização comercial e de investimentos. A formação das cadeias globais seria, na realidade, um aspecto da globalização da produção, refletindo os altos níveis de interconexão entre comércio, investimentos e serviços.

Segundo Oliveira (2015), o processo de globalização da economia internacional pode ser dividido em três vertentes distintas que evoluíram simultaneamente, com ênfases diferentes, mas com profunda interconexão entre elas: i) globalização comercial; ii) globalização financeira; e iii) globalização da produção.

A globalização comercial se caracterizaria por um aumento substancial nas trocas internacionais, principalmente pelo intercâmbio de partes e componentes em contraposição ao tradicional comércio de produtos finais. Além dos impulsos gerados pela queda nos custos de transporte e nas novas tecnologias de comunicação, a globalização comercial ganhou maior ímpeto nas últimas décadas graças a uma razoável abertura dos mercados nacionais.

A globalização financeira estaria relacionada ao crescente fluxo internacional de capital, quer seja por meio de empréstimos ou investimentos, que se tornaram possíveis e viáveis pela desregulamentação nos mercados de capitais.

A globalização da produção, por fim, pode ser entendida como um processo de internacionalização, fragmentação e dispersão geográfica das atividades produtivas, ou dos vários estágios de produção ao longo da cadeia produtiva de bens e serviços, somada a uma profunda integração funcional entre esses fragmentos. É importante ressaltar que a coordenação desta produção fragmentada tornou-se possível graças a avanços na área de tecnologia da informação e comunicação, que incrementaram a capacidade de codificação e transmissão de dados entre os diversos atores da cadeia, dispersos globalmente.

Em relação às inovações de transporte e logística que contribuíram para o processo de fragmentação e dispersão geográfica da produção, destaca-se a “containerização”, algo relativamente simples, mas que mudou o panorama logístico do comércio internacional. A possibilidade de embarcar os produtos em um mesmo container desde sua origem até o destino final diminuiu sobremaneira os custos e transformou a forma de administração logística do comércio e da produção, introduzindo conceitos como padronização, automação, intermodalidade, rastreabilidade e segurança contra perdas e

danos, contribuindo radicalmente para o sistema de produção em cadeias globais de valor (WTO, IDE-JETRO, pg. 30, 2011).

A infraestrutura de transportes era um fator chave para a inserção competitiva nas cadeias globais de valor visto que, processos produtivos internacionais requerem rapidez e eficiência na importação, agregação de valor e posterior exportação dos bens produzidos. De pouco vale ter uma capacidade produtiva se não é possível circular a produção em tempo hábil para entrar no mercado. Isso pressupõe portos, aeroportos, estradas e ferrovias capazes de atender à demanda de produtores e consumidores (CASTRO NEVES, 2014).

A globalização da produção, por meio da análise detalhada da evolução dos processos de fragmentação e da dispersão geográfica da produção industrial, seria a espinha dorsal para a constituição e o funcionamento das cadeias globais de valor.

No começo, a aglomeração de atividades industriais dentro de uma unidade fabril era necessária devido à complexidade das trocas nos diversos estágios de produção, envolvendo bens, tecnologias, pessoas, treinamento, investimento e informação. Aglomerar os estágios de produção sob uma única fábrica parecia lógico, pois reduzia os custos e os riscos. Neste estágio, os serviços são necessários para coordenar as atividades dentro da unidade produtiva, assim como para conectar produção e consumo, com serviços de promoção, distribuição e vendas.

Uma vez que os custos de transação e coordenação estão intimamente relacionados com o acesso à informação, a necessidade de estar próximo para facilitar a coordenação das tarefas começou a se desfazer com a revolução das tecnologias de informação e comunicação, no início da década de 1980. Desta forma, a revolução tecnológica tornou possível coordenar à distância as complexas relações nos múltiplos estágios de produção, enquanto a diferença salarial da mão-de-obra entre países desenvolvidos e em desenvolvimento tornou lucrativa esta fragmentação da produção (BALDWIN, 2013).

A fragmentação da produção e sua dispersão geográfica baseia-se na análise de dois fatores: de um lado os ganhos obtidos com essa fragmentação ao localizar tarefas em territórios que minimizem os custos e, por outro lado, a

eficiência desse processo requer coordenação global de tarefas (PEREIRA, 2014).

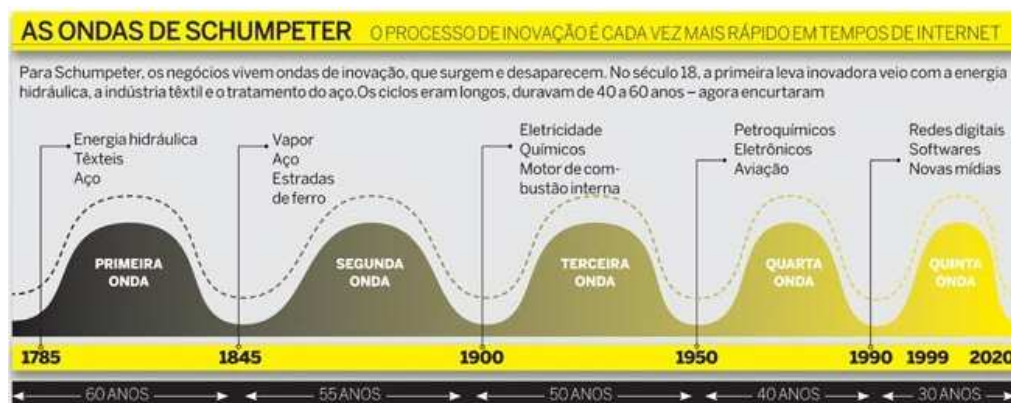
A princípio, a unidade produtiva única inicial se divide em duas, havendo a necessidade de um conector de serviços entre elas, para coordenar as duas atividades. Há também a necessidade mínima de sincronização entre as duas unidades no que diz respeito a tempo, tamanho e qualidade da produção. Em um segundo estágio, haveria uma intensificação da fragmentação em diversas unidades produtivas, todas ligadas entre si por serviços que atuam como conectores das atividades (JONES e KIERZKOWISK, 1990)

Por este modelo, observa-se que cresce a importância dos serviços produtivos conectores à medida que a produção vai se fragmentando, e surgem diversos padrões de interdependência que podem se estabelecer entre eles. Considerando o processo histórico de desenvolvimento industrial, caracterizado pela crescente especialização e divisão internacional do trabalho, os serviços se desenvolvem em paralelo às demandas de conectividade entre as diversas unidades produtivas que, estão dispersas globalmente, e compõem o cerne da lógica de funcionamento das redes globais de produção. (OLIVEIRA, 2015)

Em relação aos desenvolvimentos tecnológicos inovadores que colaboraram para a evolução dos processos globalizantes, observa-se na análise de Baldwin (2013) a referência às mudanças no paradigma tecnoeconômico mundial, ou seja, transformações profundas e revolucionárias de larga escala que têm como base os sistemas tecnológicos inovadores.

Analisando os momentos chave de mudanças tecnológicas para a globalização da produção, encontramos uma referência aos chamados “longos ciclos de Kondratiev”, para caracterizar as “ondas” de crescimento da economia mundial baseadas em uma determinada inovação tecnológica que transforma de maneira significativa a estrutura organizacional da produção.

Como apontado por Dicken (2011), cada grande onda de Kondratiev teria a duração aproximada de 50 anos e seria subdividida em quatro fases: prosperidade, recessão, depressão e retomada.



Fonte: Infomoney, “Schumpeter: inovação, destruição criadora e desenvolvimento”, 2016.

Segundo Schumpeter (1939), numa releitura das ondas de Kondratiev, com os avanços tecnológicos, a velocidade em que essas transformações ocorrem está aumentando e os ciclos ou ondas parecem diminuir de duração. O conceito de aceleração da tecnologia precisa ser destacado, pois prepara o terreno para entender a razão pela qual há uma desconexão entre o modo como a economia e a tecnologia são estudadas e analisadas. Essa desconexão é especialmente importante, pois o ritmo da evolução tecnológica e o impacto disruptivo na economia estão ficando cada vez mais curtos, como visto nas ondas de Schumpeter. Como a tecnologia continua a acelerar, isso tem um profundo impacto na economia, uma vez que o desempenho tecnológico resulta na redução dos custos de produção. A lei de Wright (1936) mostra que, à medida que o desempenho tecnológico aumenta, ele é acompanhado por uma redução no custo de produção (BHEEMAIAH, p. 158-159, 2017). Segundo Schumpeter (1939), o primeiro ciclo de Kondratiev teria início em 1785, aborda as primeiras tecnologias mecanizadoras da 1ª Revolução Industrial incluindo o prolongado processo de absorção dessas mudanças, e teria durado cerca de 60 anos. O segundo ciclo aborda a tecnologia a vapor e do aço, iniciando por volta de 1845 e com duração aproximada de 55 anos. O terceiro ciclo com início em 1900, durante a 2ª Revolução Industrial, seria o Kondratiev

das máquinas elétricas, da química e dos motores de combustão interna, com duração aproximada de 50 anos.

Antes de avançar para os próximos ciclos, abordaremos um conceito também introduzido por Schumpeter (1939), a destruição criadora. Este conceito estaria na essência da dinâmica do capitalismo, quando novas tecnologias surgem como ondas, aleatoriamente e geralmente acompanhadas do aumento da produtividade do capital e do trabalho, pois os empresários inovadores conseguem alocar produtos com vantagens competitivas em relação aos seus concorrentes tecnologicamente defasados. Essas novas tecnologias seriam tão disruptivas que praticamente destroem a tecnologia anterior quando atingem certo nível de maturidade e são assimiladas pela conjuntura e seu consumo é generalizado.

Nesse sentido, o quarto ciclo seria caracterizado pela produção em massa, segundo o modelo Fordista, de 1950 a 1990, aproximadamente 40 anos. O quinto ciclo caracterizaria um período pós fordismo, durante a 3ª Revolução Industrial, baseado nas novas tecnologias da informação e comunicação, redes digitais, *software* e novas mídias.

Observando a duração estimada para a quarta e quinta onda parece que a releitura feita por Schumpeter para as ondas de Kondratiev foi acertada ao considerar a aceleração da tecnologia nos impactos da economia, reduzindo o tempo de duração dos ciclos. A quinta onda deve durar até 2020, cerca de 30 anos, quando devemos observar algumas transformações da chamada indústria 4.0 ou 4ª Revolução Industrial. Esse elo entre a evolução combinada da tecnologia e o efeito que ela tem sobre uma economia em rede é fundamental para entender não apenas o impacto econômico do progresso tecnológico, mas também para compreender um princípio fundamental do capitalismo moderno - a tecnologia e a economia seguem os mesmos padrões de evolução, e, ao fazê-lo, aumentam a complexidade do sistema (BHEEMAIHAH, p. 160, 2017).

Quarta Revolução Industrial: tecnologia Blockchain

Segundo Gilchrist (2016) o surgimento da Indústria 4.0 reside na potência da indústria alemã, no entanto seu conceito está disseminado por outros países industriais da União Europeia, na China, Índia e outros países asiáticos. A 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0 baseia-se na internet das coisas (da sigla em inglês, IoT) e na internet dos serviços (da sigla em inglês, IoS) cada vez mais integrados ao ambiente de produção.

Segundo Klaus Schwab (2016), mais conhecido como fundador e presidente executivo do Fórum Econômico Mundial (WEF), a quarta revolução industrial será diferente de tudo o que a humanidade já experimentou, em relação à sua escala, escopo e complexidade. Ainda é preciso entender totalmente a velocidade e a amplitude dessa nova revolução. Porém, considere as possibilidades ilimitadas de ter bilhões de pessoas conectadas por dispositivos móveis, dando origem a um poder de processamento sem precedentes, capacidades de armazenamento e acesso ao conhecimento. Ou ainda na impressionante confluência de inovações tecnológicas emergentes, abrangendo áreas como inteligência artificial (IA), robótica, internet das coisas (IoT), veículos autônomos, impressão 3D, nanotecnologia, biotecnologia, ciência de materiais, armazenamento de energia e computação quântica, para citar alguns exemplos. Muitas dessas inovações estão engatinhando, mas já estão alcançando um ponto de inflexão em seu desenvolvimento à medida que se desenvolvem e se amplificam mutuamente em uma fusão de tecnologias nos mundos físico, digital e biológico (SCHWAB, p. 7, 2016).

A visão da Indústria 4.0 é que, no futuro, as industriais e toda e qualquer unidade produtiva, integrarão redes globais para conectar suas máquinas, fábricas e instalações de armazenagem, que se conectarão e se controlarão de forma inteligente, compartilhando informações que desencadeiam ações. Esses sistemas assumirão a forma de fábricas inteligentes, máquinas inteligentes, instalações de armazenagem inteligentes e cadeias de suprimentos inteligentes. Isto irá trazer melhorias nos processos industriais dentro da fabricação como um todo, através da engenharia, uso de materiais, cadeias de

suprimentos e gerenciamento do ciclo de vida do produto. A esse modelo se dá o nome de cadeia de valor horizontal, e a visão é que a Indústria 4.0 se integrará profundamente a cada etapa da cadeia de valor horizontal para proporcionar enormes avanços no processo industrial.

No centro desta visão está a fábrica inteligente, que irá alterar a forma de produção, baseada não só em máquinas inteligentes, mas também em produtos inteligentes. Os produtos que serão montados também terão inteligência integrada para que possam ser identificados e localizados em todos os momentos ao longo do processo de fabricação e a tecnologia de miniaturização das etiquetas de identificação por rádio frequência (RFID) permite que os produtos sejam inteligentes e que saibam o que são, quando foram fabricados e, crucialmente, qual o estado atual deles e as etapas necessárias para atingir o estado desejado.

Isso exige que os produtos inteligentes conheçam sua própria história e os futuros processos equivalentes para transformá-los em produtos completos. Este conhecimento do processo de fabricação industrial estará incorporado nos produtos e permitirá um autogerenciamento para que eles mesmos forneçam roteamento alternativo no processo de produção, de forma a tornar o processo mais eficiente e efetivo.

Por exemplo, o produto inteligente será capaz de instruir a correia transportadora para qual linha de produção que deve seguir, pois está ciente do estado atual, e o próximo processo de produção requerido até ser concluído.

Porém, para que este nível de inteligência no produto e no processo de produção seja possível e realmente se torne realidade, é necessário que se observe outro elemento-chave na visão da Indústria 4.0, que é a integração dos processos de fabricação verticais na cadeia de valor. A visão esperada é que os sistemas horizontais sejam incorporados e integrados aos processos verticais de negócios (vendas, logística e finanças, entre outros) e associados aos sistemas de TI. Eles permitirão às fábricas inteligentes controlar o gerenciamento de todo o processo de fabricação de ponta a ponta, desde a cadeia de suprimentos até os serviços e o gerenciamento do ciclo de vida dos produtos, realizando uma verdadeira fusão entre a Tecnologia Operacional

(OT) e a Tecnologia da Informação (TI), que no sistema da Indústria 4.0 atuarão como uma entidade única.

Vale ressaltar que, a ideia das fábricas inteligentes não está restrita apenas às grandes empresas, na verdade elas são ideais para pequenas e médias empresas por causa da flexibilidade que elas fornecem. Por exemplo, o controle sobre o processo de fabricação horizontal e produtos inteligentes permite uma melhor tomada de decisão e controle de processo dinâmico, como na capacidade e flexibilidade para atender às mudanças de projeto de última hora ou para alterar a produção para atender à preferência de um cliente no *design* de um produto.

Além disso, esse controle de processo dinâmico permite tamanhos de lotes pequenos, que ainda assim são lucrativos e acomodam ordens individuais personalizadas. Esses processos dinâmicos de negócios e engenharia possibilitam novas formas de criar valor e modelos de negócios inovadores.

Em resumo, a Indústria 4.0 exigirá a integração dos sistemas físicos e digitais (da sigla em inglês, CPS) tanto na fabricação quanto na logística, ao mesmo tempo em que implementa a internet das coisas e de serviços no processo de fabricação, trazendo novas oportunidades e novos modelos de negócios e serviços para grandes empresas, mas também para as PMEs (pequenas e médias empresas).

Segundo a empresa PwC da Alemanha, o termo Indústria 4.0 pode ser melhor entendido como um novo nível de organização e controle sobre toda a cadeia de valor do ciclo de vida dos produtos e está voltado para requisitos cada vez mais individualizados do cliente. Este ciclo começa na ideia do produto, abrange a solicitação dos pedidos de compra e se estende desde o desenvolvimento e a fabricação, até a entrega do produto para o cliente final, abrangendo todos os serviços resultantes desses processos. Neste ponto podemos observar a relação perfeita entre a indústria 4.0 e as cadeias globais de valor, tanto na sua estrutura hierárquica verticalizada (cadeia de suprimentos), quanto na estrutura horizontal, interligando a demanda e a oferta, desde o pedido do cliente, passando pela produção, marketing, logística de produção e para a entrega do produto final ao cliente e os serviços de pós-

venda. A base da quarta revolução industrial é a disponibilidade de todas as informações relevantes em tempo real, conectando todas as instâncias envolvidas na cadeia de valor. A melhoria na capacidade de identificar e descrever as etapas de agregação de valor a qualquer momento também é vital para o processo transcorrer de maneira segura, transparente, e ainda ser eficiente.

Desenhar e descrever esse novo processo é fácil, mas existe um problema complexo subjacente às tecnologias que precisa ser resolvido na construção e implantação de uma rede de IoT e IoS perfeitamente integrada que possibilite esse nível de detalhe e acompanhamento eficiente dos processos que estão envolvidos numa cadeia global de valor. Construir uma infraestrutura de rede para integração das IoT e IoS é uma tarefa onerosa e altamente complicada pois envolve diversas tecnologias e muitos protocolos diferentes, além de ter que encontrar uma maneira de administrar, atualizar e disponibilizar essas redes heterogêneas a qualquer momento e em qualquer lugar no mundo. No entanto, existem soluções que podem facilitar essa complexidade na implantação, além de fornecer a base para conectar todos esses componentes e ainda permite visualizar essa enorme rede em toda sua totalidade (GILCHRIST, 2016).

Segundo Iansiti e Lakhani (2017), a tecnologia *Blockchain* pode ser uma dessas soluções. A tecnologia por trás do *Bitcoin* e de outras moedas virtuais, *Blockchain* é uma plataforma que suporta um enorme banco de dados, aberto e descentralizado que pode registrar as transações entre duas partes de forma eficiente, verificável e permanente, além de ser possível programá-lo para ativar as transações automaticamente.

Partindo dos cinco princípios básicos subjacentes à tecnologia, é possível entender um pouco como ela funciona: i) banco de dados distribuído; ii) transmissão ponto a ponto; iii) transparência e segurança; iv) irreversibilidade dos registros; e v) lógica computacional.

Como um banco de dados distribuído, cada participante de uma *Blockchain* tem acesso a todo o banco de dados e ao seu histórico completo. Nenhuma parte controla os dados ou a informação e ela não está armazenada

fisicamente num único lugar, sendo distribuída entre as partes envolvidas e gerando um enorme banco compartilhado.

Com a transmissão ponto-a-ponto, a comunicação ocorre diretamente entre os pares em vez de ocorrer através de um nó central. Cada relacionamento gera um nó e cada parte pode verificar diretamente os registros de seus parceiros nas transações, eliminando a necessidade de intermediários e consequentemente reduzindo os custos das transações. Cada nó armazena e encaminha informações para todos os outros nós.

De maneira transparente e segura, cada transação e seu valor associado são visíveis para qualquer pessoa com acesso ao sistema. Cada nó, ou usuário, em uma *Blockchain* possui um endereço alfanumérico de mais de 30 caracteres que o identifica (criptografia) e isso garante a segurança das informações. Os usuários podem optar por permanecer anônimos ou fornecer uma prova de sua identidade aos outros. Todas as transações ocorrem entre endereços da *Blockchain*.

De forma definitiva, todos os registros são gravados na plataforma *Blockchain*, e uma vez que a transação é inserida no banco de dados e as contas são atualizadas, os registros não podem ser alterados, pois estão vinculados a cada registro de transação que lhes foi apresentado (daí o termo "cadeia"). Vários algoritmos e abordagens computacionais são implantados para garantir que a gravação no banco de dados seja permanente, cronologicamente ordenada e disponível para todos os outros na rede.

Seguindo uma lógica computacional, a natureza digital desse banco de dados permite que as transações de *Blockchain* possam ser programadas. Portanto, os usuários podem configurar algoritmos e regras que desencadeiam automaticamente transações entre os nós. A lógica computacional vai permitir que as máquinas leiam e executem todo e qualquer contrato de maneira muito mais eficiente, rápida e com menor custo, que nos dias atuais. Essa é a base para os “contratos inteligentes”, programados e autoexecutáveis.

Com a *Blockchain*, pode-se imaginar um mundo em que os contratos sejam incorporados em código digital e armazenados em bancos de dados transparentes e compartilhados, onde eles estão protegidos contra exclusão e

adulteração. Neste mundo, cada acordo, cada processo, cada tarefa e cada pagamento teriam um registro e uma assinatura digital que poderiam ser identificados, validados, armazenados e compartilhados, eliminando em muitos casos a necessidade de intermediários como advogados, corretores e bancos nessas transações. Indivíduos, organizações, máquinas e algoritmos transacionariam livremente e interagiriam uns com os outros com pouca fricção. Este é o imenso potencial da *Blockchain*. Este ponto nos remete ao conceito de acumulação flexível abordado anteriormente, onde essas mudanças podem levar o mercado de trabalho a um novo período de reestruturação: uma nova onda de flexibilidade nos contratos de trabalho, de intensificação do trabalhador temporário, da subcontratação, da terceirização, e um novo ciclo de desemprego estrutural. E ao mesmo tempo nos remete ao conceito da destruição criadora de Schumpeter (1939), vinculado à essência da dinâmica do capitalismo, quando novas tecnologias surgem como ondas acompanhadas da redução de custos, com ganhos de produtividade do capital e do trabalho.

Blockchain é uma tecnologia fundamental, que tem potencial para criar as novas bases para os sistemas econômicos e sociais da atualidade. O processo de adoção dessa tecnologia deve ser gradual e constante, à medida que as ondas das mudanças tecnológicas e institucionais ganhem impulso.

Para entender melhor como essa tecnologia pode ser absorvida e vir a impactar as cadeias globais de valor, proporcionando mais eficiência ao sistema e novamente aumentando o volume de transações, pode-se fazer um paralelo do Blockchain com a tecnologia TCP/IP, analisando os padrões de adoção de tecnologia e o processo de transformação típico de outras tecnologias fundamentais.

Um dos exemplos mais relevantes é a tecnologia de redes de informática distribuídas, visto na adoção de TCP/IP (protocolo de controle de transmissão/protocolo de internet), que estabeleceu as bases para o desenvolvimento da internet (IANSITI e LAKHANI, 2017).

Introduzida em 1972, a tecnologia TCP/IP ganhou força inicialmente em um caso de uso único: como base para o e-mail entre os pesquisadores da ARPAnet, o Departamento de Defesa dos EUA, precursor da internet

comercial. Antes do TCP/IP, a arquitetura de telecomunicações era baseada na "comutação de circuitos", na qual as conexões entre duas partes ou máquinas precisavam ser pré-estabelecidas e sustentadas ao longo de uma troca.

O TCP/IP transformou esse modelo, o novo protocolo transmitiu informações digitalizando-o e dividindo-o em pacotes muito pequenos, cada um incluindo informações de endereço. Uma vez lançado na rede, os pacotes podem usar qualquer via até o destinatário. Os nós de envio e recebimento, a bordo das redes inteligentes, podem desmontar e remontar os pacotes e interpretar os dados codificados. O TCP/IP criou uma rede pública aberta, sem qualquer autoridade central ou parte responsável por sua manutenção e melhoria, assim como se propõe com a tecnologia *Blockchain*.

Os setores tradicionais de telecomunicações e informática, inicialmente, analisaram a tecnologia TCP/IP com ceticismo. Poucos imaginaram que conexões robustas de dados, mensagens, voz e vídeo pudessem se estabelecer na nova arquitetura ou que o sistema associado poderia ser seguro e ganhar escala para suportar uma quantidade enorme de dados. Mas, no final da década de 1980 e 1990, um número crescente de empresas, como a Sun, a NeXT, a Hewlett-Packard e a Silicon Graphics, usaram o TCP/IP para criar redes privadas, localizadas dentro das organizações e a adoção dessas novas ferramentas trouxeram ganhos enormes de produtividade. Da mesma forma, estão ocorrendo hoje inúmeras experiências e algumas empresas estão testando a tecnologia *Blockchain* com pequenos projetos.

O uso da tecnologia TCP/IP explodiu para o grande público com o advento da World Wide Web em meados da década de 1990. As empresas da nova tecnologia emergiram rapidamente para fornecer o "encanamento", o hardware, o software e os serviços, necessário para se conectar à rede, agora pública, e possibilitar a troca de informações entre seus usuários.

Uma vez que esta infraestrutura básica ganhou massa crítica, uma nova geração de empresas aproveitou a conectividade de baixo custo, criando serviços de internet que eram substitutos convincentes dos modelos adotados à época. Baseada na ampla conectividade com a Internet, essa nova geração de

empresas criou aplicações inovadoras e transformadoras que mudaram fundamentalmente a forma como as empresas criavam e capturavam valor. Essas empresas foram construídas em uma nova arquitetura *peer-to-peer* (ponto a ponto) e geraram valor coordenando redes distribuídas de usuários. Da mesma forma, algumas empresas já estão usando o *Blockchain* para rastrear itens nas cadeias de suprimentos, cada vez mais complexas.

Em última análise, levou mais de 30 anos para que a tecnologia TCP/IP pudesse percorrer todas as fases de amadurecimento e incorporação da tecnologia, remodelando a economia. Hoje, mais da metade das empresas mais valiosas do mundo possuem modelos de negócios baseados em internet e baseados em plataforma. Os próprios fundamentos da nossa economia mudaram. A escala física e a propriedade intelectual não são vantagens comparativas suficientes para o sucesso e cada vez mais, os líderes econômicos são empresas que atuam como plataformas, organizando, influenciando e coordenando proativamente as redes de comunidades, usuários e organizações.

Os paralelos entre Blockchain e TCP/IP são claros. Assim como a tecnologia TCP/IP, a tecnologia Blockchain é uma rede *peer-to-peer* (ponto a ponto) que está baseada na internet. E assim como as mensagens bilaterais foram possibilitadas pelo e-mail, o *Bitcoin* possibilita as transações financeiras bilaterais. O desenvolvimento e a manutenção do Blockchain são abertos, distribuídos e compartilhados, assim como os TCP/IP. Uma equipe de voluntários em todo o mundo mantém o software principal. E, assim como o e-mail, o *Bitcoin* conquistou primeiro uma comunidade entusiasta, mas relativamente pequena.

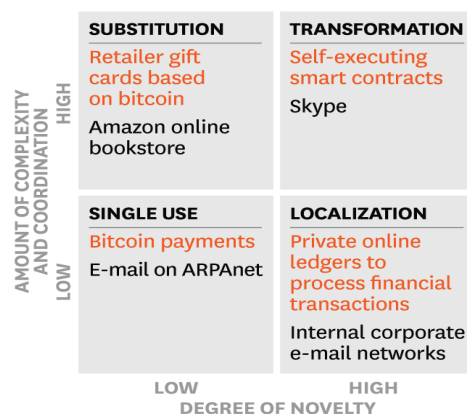
A tecnologia TCP/IP possibilitou uma mudança de patamar na grandeza das economias ao diminuir drasticamente o custo das conexões. Da mesma forma, a *Blockchain* pode possibilitar uma nova mudança de patamar, reduzindo drasticamente o custo das transações. Ela possui o potencial para se tornar o sistema de registro de todas as transações. Se isso acontecer, a economia mais uma vez sofrerá uma mudança radical, à medida que surgirem novas fontes de influência e controle baseadas em *Blockchain*.

Se o paralelo criado entre a tecnologia *Blockchain* e o TCP/IP estiver correto, qual seria a estrutura necessária e o caminho a ser percorrido para a adoção da tecnologia *Blockchain* no mundo dos negócios, e mais especificamente, quais poderiam ser os impactos gerados nas cadeias globais de valor?

Se o *Bitcoin* é como um e-mail na fase inicial, a *Blockchain* levará décadas para atingir todo o seu potencial? Não é possível prever exatamente quantos anos levará a transformação, mas é possível prever em quais aplicações ela será aceita e inicialmente será introduzida e como a *Blockchain* acabará se desenvolvendo.

Segundo Iansiti e Lakhani (2017), a adoção de tecnologias fundamentais geralmente acontece em quatro fases. Cada fase é definida pelo grau de novidade das aplicações e pelo grau de complexidade dos esforços de coordenação que são necessários para torná-las viáveis. As aplicações de baixo grau de novidade e complexidade ganham aceitação em primeiro lugar. As aplicações de alto grau de novidade e maior complexidade levam décadas a evoluir, mas tem o potencial de transformar a economia.

Baseado nesse esquema é possível montar um quadro síntese com as quatro fases da adoção de uma nova tecnologia fundamental e posicionar o paralelo entre a tecnologia *Blockchain* e TCP/IP dentro dos quatro quadrantes.



Fonte: Harvard Business Review, “The truth about Blockchain”, Jan-Fev 2017

A história sugere que duas dimensões afetam a evolução de uma tecnologia fundamental e sua adoção para uso comercial, de larga escala. A

primeira dimensão é a novidade, ou seja, o grau em que uma aplicação é nova para o mundo. Quanto mais fora do comum, maior será o esforço necessário para garantir que os usuários compreendam a tecnologia, qual sua aplicação e quais problemas ela resolve. A segunda dimensão é a complexidade, representada pelo nível de coordenação do ecossistema envolvido, ou seja, o número e a diversidade das partes ou atores que precisam trabalhar em conjunto para produzir valor com a tecnologia.

Como aplicações de uso único ou singular, no primeiro quadrante aparecem aplicações com baixo grau de novidade e com baixa necessidade de coordenação, que criam soluções melhores, porém são menos onerosas e bem específicas, como o e-mail, para as mensagens, e o bitcoin, como forma de pagamento.

Como aplicações de uso localizado, no segundo quadrante aparecem as aplicações que são relativamente altas em grau de novidades, mas precisam apenas de um número limitado de usuários para criar valor imediato, por isso ainda é relativamente fácil promover sua adoção. Se a *Blockchain* segue o caminho que as tecnologias de rede adquiriram nos negócios, pode-se esperar que as inovações da tecnologia *Blockchain* se desenvolvam em aplicativos de uso único para criar redes privadas locais, nas quais várias organizações estão conectadas através de um banco de dados distribuído.

Como aplicações de substituição, no terceiro quadrante surgem as aplicações que são relativamente baixas na novidade, porque elas se baseiam em aplicações existentes de uso único e localizado, mas exigem um grau elevado de coordenação porque envolvem usos mais amplos e cada vez mais públicos. Essas inovações visam substituir formas inteiras de fazer negócios. Elas enfrentam grandes barreiras à sua adoção pois, além de exigir mais coordenação, os processos que eles esperam substituir podem estar total e profundamente incorporados nas organizações e instituições. Exemplos de casos de substituição envolvem a criptografia, onde novos sistemas monetários totalmente formados podem surgir da simples tecnologia de pagamento de *Bitcoin*. A diferença crítica é que uma *cryptocurrency*, como são conhecidas essas novas moedas digitais, exige que cada parte que faça transações

monetárias adote a moeda digital, desafiando governos e instituições que há muito tempo manipulam e supervisionam tais transações através de seus Bancos Centrais. E não só os governos e instituições precisam mudar, mas também os consumidores precisam mudar seu comportamento e entender como implementar a nova capacidade funcional da moeda digital, e essa coordenação é muito mais complicada e demorada de acontecer.

Uma das aplicações de *Blockchain* de substituição mais ambiciosas é conhecida como *Stellar*, uma organização sem fins lucrativos que visa trazer serviços financeiros acessíveis, incluindo bancos, micro pagamentos e remessas, para pessoas que nunca tiveram acesso a eles. A *Stellar* oferece sua própria moeda virtual (lumens) e também permite aos usuários reter em seu sistema uma gama de ativos, incluindo outras moedas, minutos de telefone e créditos de dados. A *Stellar* está inicialmente focada na África, particularmente na Nigéria, a maior economia do continente. Verificou-se uma adoção significativa entre sua população-alvo e foi comprovado sua relação custo-benefício positiva. Mas o seu futuro não é certo, uma vez que os desafios da coordenação do sistema são elevados. Embora a adoção nos testes tenha demonstrado a viabilidade da *Stellar*, para se tornar um padrão bancário, precisará influenciar a política do governo e persuadir os bancos centrais e as grandes organizações a usá-lo.

No último quadrante, as aplicações de transformação, completamente novas que, se forem bem-sucedidas, tem o potencial de transformar a própria natureza dos sistemas econômicos, sociais e políticos. Eles envolvem a coordenação das atividades de muitos atores e o acordo institucional sobre padrões e processos. A sua adoção exigirá grandes mudanças sociais, legais e políticas.

Os "contratos inteligentes" podem ser a aplicação de *Blockchain* mais transformadora no momento. Isso automatiza os pagamentos e a transferência de moeda ou outros ativos conforme as condições negociadas são atendidas. Por exemplo, um contrato inteligente pode enviar um pagamento a um fornecedor assim que um envio for entregue. Uma empresa poderia registrar na *Blockchain* que um bem específico foi recebido ou o próprio produto

poderia ter uma funcionalidade de GPS com as novas tecnologias IoT (internet das coisas), que registraria automaticamente uma atualização de localização que, por sua vez, desencadearia o respectivo pagamento. Atualmente existem alguns experimentos iniciais com esses contratos inteligentes, pois são autoexecutáveis, nas áreas de financiamento de risco, bancário e gerenciamento de direitos digitais.

Os avanços na tecnologia de chips e sensores (IoT), que podem traduzir os dados do movimento automatizado de bens físicos e serviços para esses sistemas emergentes de Blockchain devem ocorrer cada vez mais rápidos e serão absorvidos pelas unidades produtivas e por seus parceiros em escala cada vez maior. Isso pode ser especialmente poderoso quando combinado com os "contratos inteligentes", nos quais os direitos e obrigações contratuais, incluindo os termos de pagamento e entrega de bens e serviços, podem ser executados automaticamente por um sistema autônomo que seja confiável para todos os signatários. Esse tipo de credenciamento, comprovável e transparente, será especialmente importante para a fabricação aditiva (3D printing), que é fundamental para o modelo de produção dinâmico e sob demanda da Indústria 4.0. Essas potenciais melhorias de eficiência, permitidas por informações até então indisponíveis, sugerem que a tecnologia Blockchain pode gerar grandes economias para as empresas em todos os lugares do mundo (CASEY e WONG, 2017)

Listamos abaixo outros empreendimentos que estão testando a nova tecnologia e podem ser vinculados diretamente com as cadeias globais de valor:

A empresa Provenance, com sede no Reino Unido, informa aos potenciais clientes que eles podem usar sua tecnologia baseada em *Blockchain* para "compartilhar a jornada do seu produto e seu impacto comercial no meio ambiente e na sociedade". Sua ambição é proporcionar transparência completa em toda a cadeia de suprimentos. O Walmart está trabalhando com a IBM e a Universidade Tsinghua, em Pequim, para acompanhar o movimento, demanda, oferta e logística de carne de porco na China, com vistas à redução dos custos e melhoria no suprimento deste alimento. A empresa de mineração BHP

Billiton está usando a tecnologia para rastrear as análises dos minerais feitas por fornecedores externos e garantir a origem e a qualidade do seu produto final aos seus clientes. A *startup* Everledger está utilizando a tecnologia para rastrear um milhão de diamantes, garantindo a qualidade e ajudando os joalheiros a cumprirem os regulamentos que seus produtos não utilizam os chamados "diamantes de sangue". A empresa Maersk, líder no transporte dinamarquês, fez uma parceria com a IBM para testar uma abordagem baseada em Blockchain no rastreamento de embarques, para localização das cargas e maior eficiência nas entregas.

Na esteira da evolução tecnológica, hoje podemos fazer algumas perguntas que há alguns anos seriam impensáveis. Será possível rastrear cada componente em uma cadeia de suprimentos, verificando automaticamente a conformidade com os regulamentos e as leis à medida que atravessam as fronteiras e são processados e combinados com outros para criar um produto final para venda? Será possível verificar o salário e as condições dos trabalhadores da fábrica em cada etapa do processo produtivo e na cadeia de valor como um todo? Poderemos contabilizar plenamente as emissões de carbono produzidas na fabricação, transporte e manuseio das mercadorias? Mas agora podemos fazer outras perguntas. Por que precisamos responder essas perguntas? Qual é a necessidade de saber de onde vem o meu produto e qual caminho ele percorreu até chegar em minha casa? Por que as empresas precisam estar atentas à essas inovações tecnológicas? Por que apenas não continuar fazendo as coisas como são feitas hoje? Por que os Governos devem se envolver neste processo e qual seria o impacto para as relações internacionais, econômicas, políticas, sociais?

Essas capacidades parecem coisas boas a serem feitas, e as métricas úteis para serem analisadas, tanto no viés econômico, quanto político e social. Mas, à medida que as cadeias globais de fornecimento se tornam mais complexas e o impulso para harmonizar as regras de comércio global diminui, a capacidade de responder a essas questões pode se tornar crucial para qualquer empresa e/ou Estado que espere crescer nos mercados internacionais. Retomando o conceito de cadeia, nem as empresas nem os Estados querem

permanecer na base da cadeia “alimentar”, ninguém quer ser única e exclusivamente presa/fornecedor e cada um, na sua estratégia e nos seus conceitos, busca uma evolução nessas cadeias, sejam elas locais, regionais ou globais. Não importa a abrangência, mas se faz necessário evoluir pelo menos para os níveis intermediários. E é claro que não existe lugar para todos, ao mesmo tempo, no mesmo nível. Então responder essas questões faz parte da corrida e os que encontrarem as melhores respostas ganharão uma vantagem comparativa em relação aos seus pares.

Nas últimas quatro décadas, as regras comerciais globais foram harmonizadas por tratados internacionais e organizações comerciais. Mas em 2016, a tendência começou a se reverter com a retirada da participação dos EUA da Parceria Transpacífica, um acordo de livre comércio entre 11 países. O Reino Unido não só votou em deixar a União Europeia, como também parece estar pronto para sair da zona de livre comércio. Este é mais um desafio para empresas e Estados que passaram a depender das regras harmonizadas do sistema de comércio internacional para fazer negócios. Cada país que faz seus próprios regulamentos e estabelece negócios bilaterais dá um passo em direção ao caos econômico, político e social. Nenhum ser humano seria capaz de acompanhar a documentação necessária, com os encargos regulamentares e de conformidade, impostos por esse sistema. Mas os computadores podem, o que nos remete à ideia da quarta revolução industrial, da internet das coisas, para as coisas, ou para todas as coisas, interligada com a internet dos serviços e nos leva à necessidade ou possibilidade dos “contratos inteligentes” mencionados no quarto estágio de desenvolvimento da tecnologia *Blockchain*.

As redes comerciais modernas precisam de centenas de pessoas para cooperar - não apenas as partes no comércio e seus clientes e fornecedores, mas também agentes alfandegários, cobradores de impostos e agentes do sistema legal. Os negócios correm sob acordos, onde as encomendas serão enviadas e recebidas, salários e faturas serão pagos, mercadorias serão transportadas, os contratos e as leis são cumpridos. Como foi mencionado, hoje isso geralmente é feito em papel e está se tornando inviável esse gerenciamento de maneira eficaz e eficiente.

Não se trata apenas de reduzir a papelada, mas é necessária uma mudança fundamental na natureza dos contratos e acordos, de forma que eles possam ser traduzidos e executados de maneira automática assim que forem satisfeitas as condições para sua execução. Leis e contratos legíveis por máquinas permitiriam cadeias de fornecimento gerenciadas por máquinas. Assim como os contêineres de transporte aumentaram o comércio ao padronizar o transporte, os “contratos inteligentes” poderiam padronizar as formas de trocar e processar os dados do comércio (KNIGHT, 2017).

CONCLUSÃO

Segundo Iansiti e Lakhani (2017), além de fornecer um bom modelo para a adoção da tecnologia Blockchain, a tecnologia TCP/IP provavelmente pavimentou o caminho para ela. O TCP/IP tornou-se onipresente, e as aplicações de *Blockchain* estão sendo construídas sobre a infraestrutura digital de dados, comunicação e computação, o que diminui o custo da experimentação e deve permitir que novos casos de uso surjam mais rapidamente.

Embora tenha sido dedicada muita atenção e dinheiro às aplicações financeiras da tecnologia, vários casos de testes igualmente promissores residem nos relacionamentos da cadeia global de suprimentos, cuja complexidade e diversidade de interesses representam exatamente os tipos de desafios que esta tecnologia busca abordar. A tecnologia pode revelar informações até então ocultas e permite o acompanhamento dos produtos intermediários à medida que eles progridem ao longo das fases de produção, desde o envio até a entrega dentro de uma cadeia de suprimentos e como os títulos são transferidos entre os diferentes atores envolvidos no processo. No mesmo sentido, especialistas em logística e cadeias de suprimentos do WEF, afirmaram que a tecnologia Blockchain está entrando lenta, mas firmemente, no setor de transporte de mercadorias, processo importante dentro das cadeias globais de valor.

A capacidade da tecnologia *Blockchain* de automatizar a papelada de contratos e acordos, permite a confiança mútua entre os diferentes atores, mesmo com grandes distâncias e diferenças culturais entre eles. A partir deste ponto podemos fazer uma distinção entre dois modelos de globalização: a primeira globalização foi um modelo industrial, onde tudo deveria ser feito com os mesmos padrões para que pudessem ser comercializados. A ideia era padronizar acordos e contratos para que pudessem ser compreendidos e executados. No segundo modelo de globalização, os computadores assumem essa pressão de lidar com as diferenças locais em padrões, regulação e preferência dos consumidores, e a fabricação avançada atende a esses requisitos porque pode executar pequenos lotes adaptados às necessidades locais de forma eficiente. Este novo modelo não requer que as leis de todos, empresas ou Estados, sejam as mesmas, apenas que as leis de todos sejam conectadas e acordadas de alguma forma. Os “contratos inteligentes”, como uma aplicação *Blockchain*, tem potencial para facilitar esse processo, permitindo que o comércio flua onde quer que seja legal e atenda às necessidades do mercado.

No comércio internacional, os benefícios da *Blockchain*, com foco no uso da tecnologia para superar os obstáculos comerciais habituais, se traduzem em ampliação das possibilidades de comércio internacional ao se livrar dos processos redundantes, minimizando com sucesso os custos que geralmente acompanham negócios e operações internacionais.

Caso as aplicações da tecnologia *Blockchain* tornem-se realidade e sejam aplicadas às CGV e ao comércio de maneira geral muitas melhorias poderão ser vistas em breve, tais como: i) as disputas inevitáveis de entregas em desconformidade poderão ser resolvidas rapidamente, recuperando os dados coletados ao longo dos processos de pedido e recebimento que estarão adequadamente registrados, de maneira transparente e segura, disponíveis, para todos os envolvidos, na plataforma *Blockchain*; ii) o inventário de materiais poderá ser útil para comprovar a propriedade dos bens e rastrear seu ciclo de vida em toda a cadeia de suprimentos. Isto é especialmente importante se a empresa tiver que comprovar aos auditores/consumidores que os materiais

utilizados provêm de áreas certificadas ambiental e socialmente responsáveis. Do mesmo modo, é importante comprovar que a empresa envia produtos acabados com componentes e matérias-primas que cumprem os controles e critérios definidos pelo cliente ou por órgãos reguladores; iii) os dados sobre como a manutenção foi executada e quem o fez (por exemplo, se era um agente qualificado ou se o processo foi executado seguindo os procedimentos corretos ou se foi feito no momento certo). Os calendários de manutenção, a lista dos componentes usados, as imagens das peças operadas, as certificações do trabalho completo e os certificados de habilidades dos operadores de manutenção são todos documentos sujeitos a níveis de confiança que o recurso de registro de notas do *Blockchain* pode garantir; iv) os testes de qualidade devem produzir documentos válidos e não controversos. Os detalhes das verificações do laboratório e os resultados dos exames devem ser originais, sem risco de manipulação ou adulteração. O acompanhamento de produtos em toda a cadeia de abastecimento determina a origem e o destino dos materiais; v) todas as atividades podem ser visíveis para observadores externos, mas os dados sensíveis permanecem estritamente confidenciais para as partes autorizadas; vi) os produtos defeituosos devem ter uma engenharia reversa e devem ser rastreados até a origem dos componentes, para realizar uma análise do problema e identificar a origem do defeito.

Certamente a tecnologia *Blockchain* não resolverá todos os problemas, mas envolve uma solução inovadora e, potencialmente disruptiva, e grande parte dos processos operacionais das cadeias de globais de valor poderiam se beneficiar fortemente dos recursos oferecidos por esta tecnologia.

Referência Bibliográfica

BALDWIN, R. Global supply chains: why they emerged, why they matter and where are they going. In: ELMS, D.; LOW, P. Global Value Chains in a Changing World. Fung Foundation, Temasek Foudation and World Trade Organization, 2013.

BHEEMAIAH, Kariappa. The Blockchain alternative: rethinking macroeconomic policy and economic theory. Paris, Apress, pgs. 158-159, 2017.

- CAMERINELLI, Enrico. Blockchain in the Supply Chain. Publicado em 13 de maio de 2016, disponível em: <https://www.finextra.com/blogposting/12597/Blockchain-in-the-supply-chain> Consultado em: 06/01/2018)
- CASEY, Michael J; WONG Pindar. Global Supply Chains are About to Get Better, Thanks to Blockchain. 13/março/2017, Harvard Business Review, disponível em: <https://hbr.org/2017/03/global-supply-chains-are-about-to-get-better-thanks-to-Blockchain>
- CASTRO NEVES, Luiz Augusto de. O mundo globalizado. CEBRI, Dossiê Edição Especial, Vol. 2, Ano 13, 2014.
- CINTRA, Rodrigo. A importância da governança na inserção brasileira nas cadeias globais de valor. CEBRI, Dossiê Edição Especial, Vol. 2, Ano 13, 2014.
- DICKEN, Peter. Global shift: mapping the changing contours of the world economy. 6ª edição, New York, The Guilford Press, 2011.
- GEREFFI, Gary; HUMPHREY, John; KAPLINSKY, Raphael; STURGEON, Timothy J. Introduction: Globalisation, Value Chains and Development. IDS Bulletin Vol 32 N°3, 2001.
- GILCHRIST, Alasdair. Industry 4.0: the industrial internet of things. Apress, 2016.
- HARVEY, David. La condición de la posmodernidad: investigación sobre los orígenes del cambio cultural. Amorrortu editores, 1998.
- IANSITI, Marco; LAKHANI, Karim R. The Truth About Blockchain. Edição Janeiro-Fevereiro 2017, Harvard Business Review, pgs 118-127. Disponível em: https://hbr.org/2017/01/the-truth-about-Blockchain?referral=03758&cm_vc=rr_item_page.top_right
- JONES, R.; KIERZKOWSKI, H. The Role of Services in Production and International Trade: A Theoretical Framework. In: JONES, A.; KRUEGER, R. (Eds.). The Political Economy of International Trade. Festschrift in Honour of Robert Baldwin. Oxford: Basil Blackwell, 1990, p. 31-48.
- KHANNA, Parag. Connectography: mapping the future of global civilization. 1ª edição, New York: Random House, 2016.
- KNIGHT, Rob. We don't need Political Solutions for Global Trade – We need Practical Ones. 09/março/2017, Harvard Business Review, disponível em: <https://hbr.org/2017/03/we-dont-need-political-solutions-for-global-trade-we-need-practical-ones>
- KUMAR, Krishan. Da sociedade pós-industrial à pós moderna: novas teorias sobre o mundo contemporâneo. Zahar, 1997.
- MORABITO, Vincenzo. Business innovation through Blockchain: the B³ perspective. Springer, 2017.
- OECD (2013), Interconnected Economies: Benefiting from Global Value Chains, OECD Publishing. (<http://dx.doi.org/10.1787/9789264189560-en>)

OLIVEIRA, Susan Elizabeth. Cadeias globais de valor e os novos padrões de comércio internacional: estratégias de inserção Brasil e Canadá. Brasília, Fundação Alexandre Gusmão, 2015.

PEREIRA, Lia Baker Valls. As cadeias globais de valor e os acordos comerciais: uma solução para a expansão das manufaturas? CEBRI, Dossiê Edição Especial, Vol. 2, Ano 13, 2014.

SCHUMPETER, Joseph A. A theoretical, historical and statistical analysis of the capitalist process. New York, McGraw-Hill Book Company, 1939.

SCHWAB, Klaus. The fourth industrial revolution. World Economic Forum, 2016.

THORSTENSEN, Vera, FERRAZ, Lucas, GUTIERRE, Leopoldo. O Brasil ns cadeias globais de valor. CEBRI, Dossiê Edição Especial, Vol. 2, Ano 13, 2014.

WALLERSTEIN, I. The Capitalist World Economy. Cambridge University Press, 1979.

WRIGHT Theodore. Factors affecting the costs of airplanes. Journal of Aeronautical Sciences 10: pgs. 302-328, 1936. In: BHEEMAIAH, Kariappa. The Blockchain alternative: rethinking macroeconomic policy and economic theory. Paris, Apress, pgs. 158-159, 2017

WTO IDE-JETRO, 2011. Trade patterns and global value chains in East Asia: From trade in goods to trade in tasks. World Trade Organization, Geneva, 2011